

# METHOD OF JOINING MEMBER AND JOINED MEMBER OBTAINED BY THIS METHOD

Publication number: JP2003200289

Publication date: 2003-07-15

Inventor: SAKATA MASATO; NAKAMURA MASAYUKI

Applicant: FURUKAWA ELECTRIC CO LTD

Classification:

- International: **B23K1/00; B23K35/30; H01L21/52; H01L23/40; H01S5/022; H05K7/20; B23K1/00; B23K35/30; H01L21/02; H01L23/34; H01S5/00; H05K7/20; (IPC1-7): B23K1/00; B23K35/30; H01L21/52; H01L23/40; H01S5/022; H05K7/20**

- European:

Application number: JP20020275923 20020920

Priority number(s): JP20020275923 20020920; JP20010297115 20010927

Report a data error here

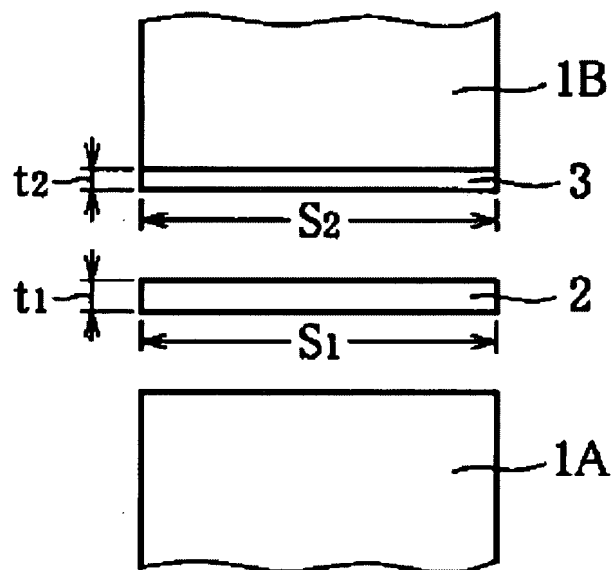
## Abstract of JP2003200289

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a joining method which avoids the occurrence of remelting of a joined zone already formed by joining in a previous stage when joining of a plurality of members by an Au-Sn alloy is performed in a post stage.

**SOLUTION:** The joining method comprises selecting the conditions of Equation (1) (where  $s_{<SB>1}/s_{<SB>2}$ ,  $t_{<SB>1}/t_{<SB>2}$ ,  $[\rho]$   $<SB>1/<SB>2$  and (f) respectively denote the area, thickness, specific gravity and mass fraction (%) of Sn of the Au-Sn alloy to be used and  $s_{<SB>2}/s_{<SB>1}$ ,  $t_{<SB>2}/t_{<SB>1}$ ,  $[\rho]$   $<SB>2/<SB>1$  respectively denote the area, thickness, and specific gravity of an Au layer) and setting the joining temperature at above the eutectic temperature of the Au-Sn alloy and  $\leq 380$ [deg.]C relating to the Au layer 3 and the Au-Sn alloy in joining the member 1B formed with the Au layer 3 on its surface 1b to another member 1A on the Au layer 3 side by using the Au-Sn alloy 2.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

$$\frac{s_1 \cdot t_1 \cdot \rho_1 \cdot f}{s_1 \cdot t_1 \cdot \rho_1 + s_2 \cdot t_2 \cdot \rho_2} \leq 0.13 \quad (1)$$



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-200289

(P2003-200289A)

(43) 公開日 平成15年7月15日 (2003.7.15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト <sup>*</sup> (参考)
B 2 3 K 35/30	3 1 0	B 2 3 K 35/30	3 1 0 A 5 E 3 2 2
H 0 1 L 21/52		H 0 1 L 21/52	C 5 F 0 3 6
23/40		23/40	F 5 F 0 4 7
H 0 1 S 5/022		H 0 1 S 5/022	5 F 0 7 3
H 0 5 K 7/20		H 0 5 K 7/20	F

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-275923(P2002-275923)  
 (22) 出願日 平成14年9月20日 (2002.9.20)  
 (31) 優先権主張番号 特願2001-297115(P2001-297115)  
 (32) 優先日 平成13年9月27日 (2001.9.27)  
 (33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003290  
 古河電気工業株式会社  
 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号  
 (72) 発明者 坂田 正人  
 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
 河電気工業株式会社内  
 (72) 発明者 中村 雅之  
 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
 河電気工業株式会社内  
 (74) 代理人 100090022  
 弁理士 長門 侃二 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 部材の接合方法、その方法で得られた接合部材

## (57) 【要約】

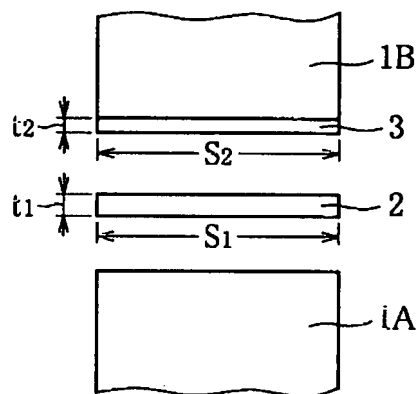
【課題】 複数個の部材をAu-Sn合金で接合するときに、後段で行う接合時に、既に前段の接合によって形成されている接合部の再溶融が起こらない接合方法を提供する。

【解決手段】 表面1bにAu層3が形成されている部材1BをAu-Sn合金2を用いてAu層3側にて他の部材1Aと接合する際に、Au層3およびAu-Sn合金2に関しては、次式：

【数3】

$$\frac{s_1 \cdot t_1 \cdot \rho_1 \cdot f}{s_1 \cdot t_1 \cdot \rho_1 + s_2 \cdot t_2 \cdot \rho_2} \leq 0.13$$

(ただし、 $s_1$ 、 $t_1$ 、 $\rho_1$ 、 $f$ は、それぞれ、用いるAu-Sn合金の面積、厚み、比重、Snの質量分率(%)を表し、 $s_2$ 、 $t_2$ 、 $\rho_2$ は、それぞれ、Au層の面積、厚み、比重を表す)を満たす条件を選択し、かつ接合温度を前記Au-Sn合金の共晶温度以上380℃以下に設定する部材の接合方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも2個の部材をAu-Sn合金で接合する際に、接合後の接合部におけるAu-Sn合金の組成を、Snの質量分率が13質量%以下である組成にすることを特徴とする部材の接合方法。

【請求項2】 前記2個の部材のうち少なくとも一方の部材の表面にはAu層が形成されており、前記一方の部材は前記Au層側にて接合される請求項1の部材の接合方法。

【請求項3】 前記Au層および前記Au-Sn合金に関して、次式：

【数1】

$$\frac{s_1 \cdot t_1 \cdot \rho_1 \cdot f}{s_1 \cdot t_1 \cdot \rho_1 + s_2 \cdot t_2 \cdot \rho_2} \leq 0.13$$

(ただし、 $s_1$ 、 $t_1$ 、 $\rho_1$ 、 $f$ は、それぞれ、用いるAu-Sn合金の面積、厚み、比重、Snの質量分率(%)を表し、 $s_2$ 、 $t_2$ 、 $\rho_2$ は、それぞれ、Au層の面積、厚み、比重を表す)を満たす条件を選択し、かつ接合温度を前記Au-Sn合金の共晶温度以上380℃以下に設定する請求項2の部材の接合方法。

【請求項4】 少なくとも2個の部材が、Snの質量分率が13%以下である組成のAu-Sn合金で接合されていることを特徴とする接合部材。

【請求項5】 前記接合部材が、LDチップとヒートシンクを接合一体化して成る接合部材、更にそれをLDベースに接合一体化して成る接合部材である請求項4の接合部材。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は複数の部材をAu-Sn合金で接合する接合方法とその方法で得られた接合部材に関し、更に詳しくは、接合時に部材相互間で起こる遊動現象を防止するように管理されていて、とくに、半導体レーザモジュールの組み立て時に適用して有効な接合方法に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、半導体レーザモジュールの場合、LDチップ、LDチップのヒートシンク、サーミスタ、ホトダイオード、レンズなどの各部材が所定の位置関係で配列されている1枚のベース(LDベース)を、金属製のパッケージの中に接合配置されたペルチェモジュールの上に接合して組み立てられている(例えば、特許文献1参照。)

【0003】そして、上記したLDベースにおいて、LDチップとそのヒートシンクとの間、更にはLDチップとヒートシンクを接合一体化して成る部材とLDベースとの間は、従来からAu-Sn合金を用いて接合されている。一方、パッケージとペルチェモジュールの間、またペルチェモジュールとLDベースの間は通常、はんだ

を用いて接合されている。

【0004】したがって、例えば、パッケージとペルチェモジュールとLDベースを相互に接合する場合には、融点異なる2種類のはんだを用いて接合することが必要である。仮に接合すべき部材が4種類であれば、用いるはんだは3種類になる。上記した3部材を相互に接合する場合、まず、パッケージとペルチェモジュールを例えばPb-40%Sn(融点183℃)を用いて接合し、ついで得られた接合部材におけるペルチェモジュールの上に、より融点が高い例えばIn-Pb-Ag(融点144℃)を用いてLDベースが接合されている。

【0005】

【特許文献1】特開平8-122585号公報(第1図)

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、LDチップとヒートシンクの間、更には得られた部材とLDベースの間の接合に際しては、通常、ある組成のAu-Sn合金から成り、ある面積と厚みを有する箔をLDチップとヒートシンクの間へ介装し、または、被接合部材のどちらか一方に、ある組織のAu-Sn合金層をスパッタ法や蒸着法などで形成した部材を用いて被接合部材を重ね合わせ、当該Au-Sn合金の共晶点以上の温度に加熱したのち冷却し、更に、得られた部材とLDベースの間に別のAu-Sn合金箔を介装し、または、被接合部材のどちらか一方に、ある組織のAu-Sn合金層をスパッタ法や蒸着法などで形成した部材を用いて被接合部材を重ね合わせ、同様の熱処理と冷却が実施される。

【0007】しかしながら、後段の接合過程で、前段の接合によって形成されている接合部(冷却・固化したAu-Sn合金層)が再熔融して、LDチップがヒートシンクから遊動し、両者の位置関係がずれるという問題が発生する。このような問題の発生は、LDチップの駆動時に発生する熱量をヒートシンクで吸収することによりLDチップの駆動安定性を確保するという問題にとって不都合である。

【0008】一方、パッケージとペルチェモジュールとLDベースとのはんだ接合で組み立てられた部材の場合、その高温下での信頼性、例えば強度が確保されているか否かという問題は、組み立て時の最後に用いたはんだの融点で律せられることになる。前記した例でいえば、In-Pb-Ag(融点144℃)の高温強度で大きく影響を受けることになる。

【0009】したがって、モジュールにおける高温信頼性を高めようとする場合には、上記したパッケージとペルチェモジュールとLDベースとの接合に際しては、Pbはんだに代えてより融点の高い接合材を用いることが好適である。このような接合材の1つとして、前記したAu-Sn合金がある。この合金は、組成によっても異

なるが、実使用されているものの融点は概ね、270～380℃程度であり、高温強度も優れている。

【0010】しかしながら、3種類の部材をAu-Sn合金で順次接合する場合には、LDチップとヒートシンク、これら両者の接合部材とLDベースの接合に関して説明したような問題が発生することが考えられるので、現在までのところ、パッケージとペルチェモジュールとLDベースとの接合にAu-Sn合金を用いる事例は知られていない。

【0011】本発明は、複数の部材を全てAu-Sn合金で接合する際に危惧される上記した問題を解決した新規な接合方法とその方法で得られた接合部材の提供を目的とする。

$$\frac{s_1 \cdot t_1 \cdot \rho_1 \cdot f}{s_1 \cdot t_1 \cdot \rho_1 + s_2 \cdot t_2 \cdot \rho_2} \leq 0.13 \quad \dots (1)$$

【0015】(ただし、 $s_1$ ,  $t_1$ ,  $\rho_1$ ,  $f$ は、それぞれ、用いるAu-Sn合金の面積、厚み、比重、Snの質量分率(%)を表し、 $s_2$ ,  $t_2$ ,  $\rho_2$ は、それぞれ、Au層の面積、厚み、比重を表す)を選択し、かつ接合温度を前記Au-Sn合金の共晶温度以上380℃以下に設定する部材の接合方法が提供される。

【0016】更に、本発明においては、少なくとも2個の部材が、Snの質量分率が13%以下である組成のAu-Sn合金で接合されていることを特徴とする接合部材が提供される。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の接合方法は、以下に説明する技術思想を基礎とする。

(1) 一般に部材間をAu-Sn合金で接合する場合、部材間の接合強度を適正化するために、少なくとも一方の部材の接合される側の表面にはAu層が形成されている。

【0018】(2) 加熱によるAu-Sn合金の溶融時には、上記したAu層のAu成分はAu-Sn合金に熱拡散するので、当該Au-Sn合金はAuリッチな組成に変化した状態で固化し、接合部を形成する。

(3) 一方、接合に用いられる通常のAu-Sn合金は、Snの質量分率( $f$ )が20～30%の範囲内にある。そして、Au-Sn状態図によれば、Au-20%Sn合金の融点は約278℃、Au-30%Sn合金の融点は約380℃である。

【0019】また、Au-Sn状態図によれば、Snの質量分率( $f$ )が13%以下になると、そのAu-Sn合金は、融点が480℃と高温であると相が過半を占めた状態になる。

(4) したがって、例えばSnの質量分率( $f$ )が20～30%のAu-Snを用いて部材間を接合した場合、少なくとも一方の部材の表面Au層の熱拡散により、使用したAu-Sn合金におけるAu成分がリッチにな

【0012】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、本発明においては、少なくとも2個の部材をAu-Sn合金で接合する際に、接合後の接合部におけるAu-Sn合金の組成を、Snの質量分率が13質量%以下である組成にすることを特徴とする部材の接合方法が提供される。

【0013】具体的には、表面にAu層が形成されている部材を、このAu層側にてAu-Sn合金を用いて他の部材と接合する。そして、その際に、前記Au層および前記Au-Sn合金に関しては、次式：

【0014】

【数2】

る。逆にいえばSn成分がプアーになる。そして固化後のAu-Sn合金におけるSnの質量分率( $f$ )が13%以下になれば、形成された接合部の過半はど相で占められることになる。すなわち、形成された接合部の融点は、使用当初のAu-Sn合金の融点(高くても約380℃)よりも高くなっている。

【0020】(5) したがって、得られた接合部材に、更に上記と同じAu-Sn合金を用いて他の部材の接合を行っても、そのときの接合温度は高くても約380℃であるため、既に形成されている接合部の再溶融は起こらない。

(6) この操作を順次反復することにより、接合に用いるAu-Sn合金は同じであっても、後述する点を管理すれば、前段の接合時に形成された接合部の再溶融を招くことなく、複数の部材を次々と接合することが可能になる。

【0021】そこで、具体的な管理事項を以下に説明する。まず、図1で示したように、部材1Aと部材1Bの間にAu-Sn合金箔を介装して接合する場合を考える。ここで、部材1Bの表面には、Au層3が形成されているものとする。Au-Sn合金箔2におけるSnの質量分率を $f$ (%)、合金箔の面積を $s_1$ 、厚みを $t_1$ 、比重を $\rho_1$ とする。また、Au層3の面積を $s_2$ 、厚みを $t_2$ 、比重を $\rho_2$ とする。このとき、Au-Sn合金箔2におけるSn量は、 $s_1 \cdot t_1 \cdot \rho_1 \cdot f$ となる。

【0022】接合後にあっては、合金箔2とAu層は一体化して1個のAu-Sn合金に転化して接合部になるが、そのときの接合部全体の質量は、 $s_1 \cdot t_1 \cdot \rho_1 + s_2 \cdot t_2 \cdot \rho_2$ となる。この接合部におけるSn量は接合の前後では変わらず、その値は $s_1 \cdot t_1 \cdot \rho_1 \cdot f$ のままである。

【0023】したがって、(1)式が成立していれば、接合部を形成するAu-Sn合金は、そのSnの質量分率( $f$ )が13%以下となっていて、そこではど相が過

半を占めた状態になっている。実際の接合に際しては、部材1Bに形成されているAu層3の厚みと面積、また使用するAu-Sn合金箔2の種類、厚み、面積のそれぞれを、(1)式を満足するような値に選定する。

【0024】そして、Au-Sn合金箔2を介装した状態で両部材を重ね合わせ、加熱してAu-Sn合金箔を溶融する。そのときの温度は、用いたAu-Sn合金箔におけるAu-Sn合金の組成に対応した共晶温度以上に設定される。そして、一般に、接合に用いるAu-Sn合金におけるSnの質量分率(f)の最大値は30%であり、そのときの共晶温度は約380℃であるため、結局、接合時の温度は共晶温度以上380℃以下に設定される。

【0025】Au-Sn合金箔を溶融したのち冷却して接合部が形成される。このときの接合部は、(1)式の条件選定がなされているので、Snの質量分率(f)が13%以下で、融点480℃の $\gamma$ 相が過半を占めた組成のAu-Sn合金になっている。このようにして得られた接合部材に、更にAu-Sn合金で他の部材を接合する場合、そのときの接合温度は用いるAu-Sn合金の共晶温度以上380℃以下であるため、 $\gamma$ 相が過半を占め、既に形成されている接合部の再溶融が起こることはない。

【0026】

#### 【実施例】実施例1

Ti, Pt, Au, Pt, Au-Sn合金の薄層が順次積層されている表面1aを有するAlNから成るキャリア部材1Aの最上層Au-Sn合金層は、面積( $s_1$ )  $9 \times 10^4 \mu\text{m}^2$ 、厚み( $t_1$ ) 2.5~4.0  $\mu\text{m}$ 、比重( $\rho_1$ ) 1.2、Snの質量分率(f) 30%のAu-Sn合金組成とした(図2)。

【0027】一方、LDチップ部材1Bの表面1bにTi, Ptの薄層を順次積層したのち、そこに、面積( $s_2$ )  $7.5 \times 10^4 \mu\text{m}^2$ 、厚み( $t_2$ ) 5~6  $\mu\text{m}$ 、比重( $\rho_2$ ) 19.3のAu層をめっき形成した。Au-Sn合金層とAu層を重ね合わせたのち温度360℃に加熱して接合した。形成された接合部の合金組成は、Au-(7.5~11.7)%Snになっていた。

【0028】ついで、得られた接合部材のキャリア部材1Aと銅タングステン合金から成るLDベースとの間に、組成がAu-20%Snである合金箔を介装し、温度360℃まで加熱して両者を接合した。この加熱過程で、LDチップ部材1Bとキャリア部材1Aの接合部が再溶融することなく、したがって、LDチップ部材1Bが遊動するという事態も起こらなかった。

#### 【0029】実施例2

図3で示した半導体レーザーモジュールを組み立てるに当たり、パッケージとペルチェモジュールの接合、ペルチェモジュールとLDベースの接合をいずれもAu-Sn接合を用いて行った。なお、ペルチェモジュールは、図

4に例示したように、2枚の絶縁板と、これら絶縁板の間に介装された複数のペルチェ素子とからなる。

【0030】ここで、パッケージの表面はNiめっき層と厚み4  $\mu\text{m}$ のAu層が順次形成されており、ペルチェモジュールの表面は縦10mm、幅80mmの大きさで、上面と下面には、いずれも2  $\mu\text{m}$ のAu層が形成されている。また、LDベースの表面は縦9mm、幅8mmの大きさで、上面と下面には、いずれも厚み2  $\mu\text{m}$ のAu層が形成されている。

【0031】パッケージとペルチェモジュールの間に、縦8mm、幅4.5mm、厚み0.01mmのAu-20%Sn合金箔2Aを介装し、温度340℃で接合処理を行った。接合部の組成は、Au-11%Sn合金になった。ついで、ペルチェモジュールとLDベースの間に、縦5mm、幅5mm、厚み0.01mmのAu-20%Sn合金箔を介装し、再び温度340℃で接合処理を行った。接合部の組成は、Au-12%Sn合金になった。

【0032】LDベースの接合の過程で、既に接合されているペルチェモジュールとパッケージが互いに遊動するという現象は全く起こらなかった。

【0033】

【発明の効果】以上の説明で明らかなように、Au-Sn合金を用いる本発明の部材間の接合方法は、用いるAu-Sn合金の組成と形状、接合対象の部材の表面におけるAu層の形状に関する各要素を(1)式が成立するように選定することにより、接合後の接合部におけるAu-Sn合金の組成を、そのSnの質量分率(f)が13%以下となるようにして高温の $\gamma$ 相を過半とする状態に管理する接合方法である。

【0034】そのため、得られた接合部材に更に他の部材をAu-Sn合金で接合した場合であっても、既に形成されている接合部の再溶融は起こらず、部材間における遊動は起こらなくなる。また、この接合方法で例えば半導体レーザーモジュールを組み立てれば、Au-Sn合金の融点は最低でも約280℃程度であるため、組み立てられた半導体レーザーモジュールはその高温信頼性が高いものになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の接合方法の条件式(1)を説明するための模式図である。

【図2】実施例1の接合方法を説明するための模式図である。

【図3】実施例2の接合方法を説明するための模式図である。

【図4】ペルチェモジュールの模式図である。

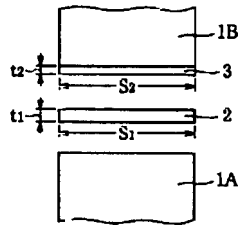
【符号の説明】

1A, 1B	接合対象の部材
1a	部材1Aの表面層
1b	部材1Bの表面層
2, 2A, 2B	Au-Sn合金(箔)

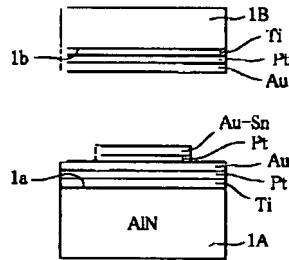
3

Au層

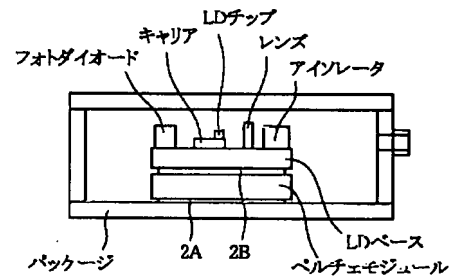
【図1】



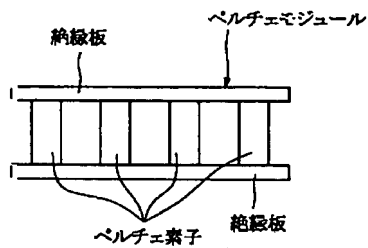
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

(参考)

// B 2 3 K 1/00

3 3 0

B 2 3 K 1/00

3 3 0 Z

Fターム(参考) 5E322 AA01 AA11 AB02 FA04

5F036 AA01 BA33 BB01 BC05

5F047 BA19 BA41 CA08

5F073 EA29 FA15 FA22 FA25